

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MATO GROSSO DO SUL
UNIDADE UNIVERSITÁRIA DE AQUIDAUANA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA

COMBINAÇÃO DA MONENSINA SÓDICA E ÓXIDO DE
MAGNÉSIO (*PHIX-UP*®) SOBRE O DESEMPENHO
PRODUTIVO, COMPORTAMENTO INGESTIVO E QUALIDADE
DE CARNE DE NOVILHAS ALIMENTADAS COM DIETAS DE
ALTO CONCENTRADO

Acadêmica: Camila de Souza Silva

Aquidauana-MS
Março/2025

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MATO GROSSO DO SUL
UNIDADE UNIVERSITÁRIA DE AQUIDAUANA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA

COMBINAÇÃO DA MONENSINA SÓDICA E ÓXIDO DE
MAGNÉSIO (*PHIX-UP*[®]) SOBRE O DESEMPENHO
PRODUTIVO, COMPORTAMENTO INGESTIVO E QUALIDADE
DE CARNE DE NOVILHAS ALIMENTADAS COM DIETAS DE
ALTO CONCENTRADO

Acadêmica: Camila de Souza Silva
Orientador: Prof. Dr. Henrique Jorge Fernandes

“Dissertação apresentada a
Universidade Estadual de Mato
Grosso do Sul, como requisito a
obtenção do título de Mestre em
Zootecnia. Área de Concentração
em Produção Animal no Cerrado-
Pantanal”

Aquidauana-MS
Março/ 2025

FICHA CATALOGRAFICA

S579c Silva, Camila de Souza Silva

Combinação da monensina sódica e óxido de magnésio (*phix-up*[®]) sobre o desempenho produtivo, comportamento ingestivo e qualidade de carne de novilhas alimentadas com dietas de alto concentrado/ Camila de Souza Silva. - - Aquidauana, MS: UEMS, 2025.

34 p.

Dissertação (Mestrado) – Pós Graduação em Zootecnia – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul, 2025.

Orientador: Prof. Dr. Henrique Jorge Fernandes.

1. Aditivo. 2. Bovino. 3. Confinamento. 4. Óxido de magnésio. I. Título. II. Fernandes, Henrique Jorge.

CDD 23. ed. - 636.213

Ficha Catalográfica elaborada pela bibliotecária da Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul (UEMS)
Susy dos Santos Pereira CRB1°1783

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MATO GROSSO DO SUL
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA, PÓS-GRADUAÇÃO E INOVAÇÃO
UNIDADE UNIVERSITÁRIA DE AQUIDAUANA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA
ÁREA DE CONCENTRAÇÃO: PRODUÇÃO ANIMAL

CAMILA DE SOUZA SILVA

Dissertação submetida ao Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, área de concentração em Produção Animal, como requisito para obtenção do grau de Mestra em Zootecnia.

Dissertação APROVADA em 13/03/2025

Documento assinado digitalmente
 **HENRIQUE JORGE FERNANDES**
Data: 17/07/2025 12:22:09-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Dr. Henrique Jorge Fernandes
(Orientador)

Prof. Dr. Aylpy Renan Dutra Santos

Dr. Alex Coene

Aos meus pais e à minha irmã, que sempre estiveram ao meu lado em
todos os momentos da minha vida.

Dedico.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus por todas as oportunidades e, principalmente, pelo dom da vida.

Aos meus pais, Lourisval Fernandes da Silva e Ivanusa de Souza, e à minha irmã, Leticia Souza da Silva, que foram e sempre serão minhas referências de vida, acolhimento, amor e esperança, deixo todo o meu respeito, reconhecimento e amor. Tudo o que fiz e faço é por vocês, sempre.

Aos meus amigos que sempre me ajudaram desde a parte experimental no campo até o laboratório, foram pessoas essenciais para a realização deste trabalho. Minha gratidão e reconhecimento ao Michael, Marrony, Edvan, Gislaine, Lidiane, Juliano, Maria Carla, Dhenifer, André, Jarbas, lasmin e aos demais participantes do grupo de pesquisa Ruminantes MS.

Às empresas Nutriforte Rações, Timac Agro, Carnes Boi de Capim, Agropecuária CEDRON e Zebul Fértil, que financiaram este projeto de pesquisa.

À Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul (UEMS) e ao Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, pela oportunidade de realização do curso.

Ao auxílio financeiro concedido pela bolsa do Programa Institucional aos Alunos de Pós-Graduação (PIBAP/UEMS).

Ao meu professor e orientador, Dr. Henrique Jorge Fernandes, pessoa em quem me inspiro como ser humano e profissional, muito obrigada pelas oportunidades e por toda a paciência comigo.

Aos colaboradores da Agropecuária Cedron, que sempre estiveram dispostos a me ajudar, minha gratidão: Afonso, Anderson, Gabriel, Gabrielzinho, Gilberto, Pedro e Nelson Canuto — excelente profissional e zootecnista —, que me ensinou e ajudou muito. Deixo aqui meu muito obrigada a ele e a toda a sua família.

SUMÁRIO

AGRADECIMENTOS.....	6
RESUMO.....	9
ABSTRACT.....	10
CAPÍTULO 1 - CONSIDERAÇÕES GERAIS.....	11
1. INTRODUÇÃO.....	11
2. REVISÃO DA LITERATURA.....	13
2.1 <i>Aditivos alimentares na dieta de bovinos de corte confinados</i>	13
2.2 <i>Ionóforos</i>	14
2.3 <i>Monensina</i>	16
3. OBJETIVOS.....	18
4. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	18
CAPÍTULO II - Comportamento, consumo, desempenho e qualidade de carne de bovinos confinados recebendo dietas com um mix de óxidos de magnésio (<i>Phix-up</i>®) e outros aditivos.....	23
1. INTRODUÇÃO.....	24
2. MATERIAL E MÉTODOS.....	25
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	30
4. CONCLUSÃO.....	37
5. AGRADECIMENTOS.....	37
6. REFERÊNCIAS.....	38
CAPÍTULO 3 - CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	46

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Composição das dietas experimentais.....	41
Tabela 2. Comportamentos diurnos de novilhas cruzadas confinadas com dietas de alto grão recebendo diferentes aditivos.....	42
Tabela 3. Consumo de Matéria Seca (kg/dia) de novilhas cruzadas confinadas com dietas de alto grão recebendo diferentes aditivos.....	43
Tabela 4. Metabólitos sanguíneos e pH e escore fecais de novilhas cruzadas confinadas com dietas de alto grão recebendo diferentes aditivo.....	44
Tabela 5. Desempenho novilhas cruzadas confinadas com dietas de alto grão recebendo diferentes aditivos.....	44
Tabela 6. Características de carcaça e da carne de novilhas cruzadas confinadas com dietas de alto grão recebendo diferentes aditivos.....	45

RESUMO

O objetivo deste trabalho foi avaliar os efeitos da inclusão do *Phix-Up*® uma mistura de óxidos de magnésio isoladamente ou em combinação com a monensina, como aditivo alimentar em dietas com alto teor de concentrado fornecidas a novilhas cruzadas terminadas em confinamento. A dieta foi composta por silagem de milho e concentrado padrão utilizado comercialmente na propriedade, com a adição dos aditivos testados. Foi adotado um período de adaptação de 21 dias, em sistema escalonado, com alterações semanais na proporção volumoso:concentrado (50:50 na primeira semana, 25:75 na segunda e 7:93 na terceira semana). Os animais foram distribuídos em três tratamentos: monensina sódica (MON), *Phix-Up*® isolado (PHX) e a combinação de ambos (COMBO). Foram avaliados o comportamento ingestivo, os parâmetros fisiológicos, o desempenho zootécnico e as características de carcaça e carne. Durante a fase de adaptação, o tratamento com PHX aumentou o tempo de locomoção ($P = 0,042$), sem alterar significativamente os demais comportamentos. Na fase de terminação, o COMBO aumentou o tempo total de ruminação ($P < 0,001$) e o tempo de alimentação ($P = 0,028$), enquanto o PHX isolado elevou o tempo de ócio deitado e reduziu o tempo de ruminação. Em relação aos parâmetros fisiológicos, o COMBO apresentou maior pH fecal ($P < 0,001$) e menor concentração de glicose sanguínea ($P = 0,027$) em comparação aos demais tratamentos. O desempenho animal foi superior com o uso exclusivo da monensina, tanto na fase de adaptação quanto ao longo do confinamento, com maiores ganhos médios diários (GMD) ($P < 0,05$). O tratamento PHX isolado resultou nos menores valores de GMD, enquanto o COMBO apresentou desempenho intermediário. As características de carcaça e da carne não foram influenciadas pelos tratamentos ($P > 0,05$). Conclui-se que a monensina isolada promove melhor desempenho produtivo de novilhas alimentadas com dietas de alto concentrado. O uso de *Phix-Up*®, embora beneficie alguns aspectos do comportamento ingestivo e parâmetros intestinais, compromete o ganho de peso quando utilizado de forma isolada. Sua associação com monensina melhora o padrão de ruminação e o pH fecal, mas não supera os efeitos produtivos da monensina sozinha.

Palavras-chave: bovinos confinados, consumo de matéria seca, distúrbios

metabólicos, pH ruminal, aditivos alimentares, acidose

ABSTRACT

This study aimed to evaluate the effects of including *Phix-Up*® a blend of magnesium oxides alone or in combination with monensin, as a feed additive in high-concentrate diets for crossbred heifers finished in confinement. The basal diet consisted of pearl millet silage and a standard commercial concentrate used by the feedlot, to which the tested additives were included. A 21-day step-up adaptation period was adopted, with weekly changes in the roughage-to-concentrate ratio: 50:50 in the first week, 25:75 in the second week, and 7:93 in the third week. Animals were randomly assigned to three treatments: monensin sodium (MON), *Phix-Up*® alone (PHX), and the combination of both (COMBO). Ingestive behavior, physiological parameters, animal performance, and carcass and meat traits were evaluated. During the adaptation phase, PHX increased locomotion time ($P = 0.042$) without significantly affecting other behaviors. In the finishing period, COMBO increased total rumination time ($P < 0.001$) and feeding time ($P = 0.028$), while PHX alone increased idle time while lying and reduced rumination activity. Regarding physiological responses, COMBO resulted in higher fecal pH ($P < 0.001$) and lower blood glucose levels ($P = 0.027$) compared to the other treatments. Animal performance was superior in the MON group, both during adaptation and throughout the finishing period, with greater average daily gain (ADG) ($P < 0.05$). PHX alone led to the lowest ADG, while COMBO showed intermediate performance. Carcass and meat characteristics were not significantly affected by the treatments ($P > 0.05$). It is concluded that monensin alone promotes better productive performance in crossbred heifers fed high-concentrate diets. Although *Phix-Up*® can improve certain ingestive behaviors and intestinal parameters, it compromises weight gain when used alone. Its combination with monensin improves rumination and fecal pH but does not surpass the productive outcomes achieved with monensin alone.

Keywords: feedlot cattle, dry matter intake, metabolic disorders, ruminal pH, acid-base balance, feed additives

CAPÍTULO 1 - CONSIDERAÇÕES GERAIS

1. INTRODUÇÃO

Pensando em maior eficiência produtiva e visando atender todos os mercados da pecuária, produtores investem na produção de bovinos em confinamentos e semiconfinamentos, os sistemas intensivos que tornam a pecuária cada vez mais atualizada no ramo de produtividade e sustentabilidade (EMBRAPA, 2022). Segundo a Associação Brasileira das Indústrias Exportadoras de Carne (ABIEC), no ano de 2024 observou-se aumento de 22% a mais no faturamento das exportações de carne bovina brasileira, contribuindo positivamente para o balanço comercial brasileiro.

Segundo ABIEC (2024), as exportações de carne bovinas brasileiras no primeiro trimestre de 2024, somaram 598.639 toneladas, um aumento de 25,9% quando comparado ao mesmo período do ano de 2023. Assim como o faturamento, que foi de USD 2,64 bilhões, 18,5% a mais, também para o mesmo período. Ainda segundo a mesma associação, a pecuária de corte movimentava cerca de 4,5 milhões de empregos em 2020 (ABIEC, 2020), e segundo a Confederação da Agricultura e Pecuária do Brasil (CNA), a pecuária de corte foi responsável por cerca de 55,6% dos empregos gerados na agropecuária no estado de Mato Grosso do Sul (ALBUQUERQUE, 2021)

Assim, diante da importância da pecuária de corte para a economia nacional e regional, e a necessidade de se aumentar a oferta de proteína animal, atendendo a um mercado cada vez mais exigente em quantidade e qualidade, pecuaristas e pesquisadores da área tem se debruçado sobre o desenvolvimento de novas tecnologias de produção, como melhorias nas pastagens, uso de suplementos e aditivos que promovam aumento na performance dos animais, sem que cause danos a saúde dos animais ou dos consumidores. E, ainda, buscas por melhorias na genética, instalações, bem-estar animal, manejo sanitário e produção em sistemas intensivos (MALAFAIA & BISCOLA, 2023).

Os animais são confinados principalmente na fase de terminação (segundo a ABIEC (2024), cerca de 16,6% dos bovinos abatidos no Brasil naquele ano, foram terminados em confinamento). Neste tipo de sistema de produção, a dieta é um dos principais determinantes do sucesso do empreendimento, pois, geralmente são utilizadas dietas com maior ou alta inclusão de grãos e concentrados (SILVA, 2017), contudo, pode haver aumento no custo de produção além de causar problemas a

saúde dos animais.

Dietas a base de carboidratos de rápida fermentação, que é o caso do concentrado, podem comprometer o ecossistema ruminal, alterando o padrão de fermentação, o que pode causar distúrbios metabólicos ao alterar a fisiologia ruminal, causando acidose (ASCHENBACH *et al.*, 2019). Acidose, que por sua vez, pode causar impacto negativo no consumo de ração e desempenho geral dos animais confinados, ocasionando complicações na saúde animal, como a laminite, abscesso hepático, inchaço, ruminite e polioencefalomácia (BRENT, 1976; BRITTON & STOCK, 1989).

Diante desta possibilidade, uma das alternativas que pode ser recomendada, é adotar um planejamento nutricional e a utilização de aditivos alimentares. Aditivos nutricionais, possuem a finalidade de incrementar o desempenho e a sanidade do animal, com aumentos quantitativos e/ou qualitativos no uso dos nutrientes da dieta, a partir de modulações do padrão fermentativo e assim possibilitando maior eficiência digestiva e produtiva (SILVA, 2019).

A utilização de aditivos em dietas de confinamento tem sido crescente no cenário nacional, cerca de 99,2% dos confinamentos utilizavam algum tipo de aditivo na dieta fornecida aos animais (MILLEN *et al.*, 2009; OLIVEIRA & MILLEN, 2014). Dentre os aditivos mais utilizados, encontrava-se os antibióticos do tipo ionóforos, principalmente a Monensina sódica (OLIVEIRA & MILLEN, 2014). Segundo Melo (2017), sua utilização está baseada na capacidade de modular a ação das bactérias gram-positivas que habitam no rúmen dos bovinos, garantindo menor produção de metano e maior utilização dos nutrientes dietéticos. Além destes, há também novas tendências, como uso de probióticos (leveduras, principalmente), enzimas e produtos naturais, como os óleos essenciais (SILVA, 2019), ou os tamponantes e alcalinizantes (como o Phix-up, à base de óxido de magnésio, que funciona como um antiácido natural). O óxido de magnésio é considerado um agente tamponante, utilizado principalmente em dietas para vacas leiteiras (BACH *et al.*, 2018).

Atualmente o Phix-Up funciona como um neutralizante de ação rápida, porém de aspecto duradouro, pois utiliza o magnésio como seu princípio de ação. O magnésio tem capacidade tamponante ao se associar com o bicarbonato de sódio aumentando seu impacto neutralizador no rúmen durante o processo de digestão e sua ação é de extrema importância para os ruminantes que forem desafiados a ingerir dietas com alto de grãos (BACH *et al.*, 2018).

Porém, em dietas alto-grãos ou alto-concentrado para ruminantes, ocorre uma alteração na modulação ruminal, o que altera a proporção de acetato, propionato e butirato, e aumenta a síntese de ácido láctico, que quando produzido em excesso no rúmen, é responsável por causar acidose aguda ou subaguda, devido a queda do pH (OWENS *et al.*, 1998; GONZÁLEZ *et al.*, 2012; ABDELA, 2016; HOSSAIN, 2020).

Contudo há escassez de dados sobre o uso individual ou combinado do Phix-up com a Monensina em dietas com alto grão na terminação de bovinos de corte. Nesse contexto, esse trabalho buscou gerar novas informações sobre o uso de Phix-up, combinados ou não com a Monensina, como aditivos em dietas com alto teor de concentrado, avaliando as respostas fisiológicas, produtivas e ruminais dos animais confinados. Nossa hipótese é de que a utilização do Phix-up em dietas de bovinos de corte em terminação recebendo dieta alto concentrado, combinado ou não com a Monensina, diminuirá a incidência de acidose subaguda e promoverá maior desempenho produtivo.

2. REVISÃO DA LITERATURA

2.1 *Aditivos alimentares na dieta de bovinos de corte confinados*

Inicialmente as tentativas para alcançar melhores metas dentro do ciclo de produção (como maior grau de acabamento, abates mais precoces etc.), foram realizadas através da manipulação das dietas, com maior uso de dietas ricas em carboidratos solúveis e contendo aditivos moduladores da fermentação ruminal (ÍTAVO *et al.*, 2014).

Segundo o Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento (MAPA, 2016), aditivo alimentar é uma substância adicionada no alimento com a finalidade de conservar, modificar ou intensificar suas propriedades, porém, não agregando ou alterando, nenhum valor nutritivo da dieta. Assim, os aditivos são ingredientes adicionados na dieta de bovinos, mas que não possuem nenhuma natureza nutritiva, ou seja, não alteram os níveis energéticos, proteicos ou de fontes de minerais e vitaminas. A sua utilização é de extrema importância como forma estratégica para melhorar a eficiência de uso dos alimentos, estimular crescimento, ganho de peso, além de proporcionar maior bem-estar e metabolismo dos animais, diante de um momento de alto desafio, que é o confinamento (FERREIRA & PRADO, 2016).

Com o uso de aditivos alimentares nas dietas para bovinos, é possível selecionar as bactérias gram-negativas e causar inibição das bactérias gram-positivas

(responsáveis por fermentação ácido láctica), resultando na redução de distúrbios metabólicos, como acidose ruminal, timpanismo, entre outros, e melhorando a eficiência do metabolismo energético e proteico (BERGEN & BATES, 1984).

Entre os aditivos mais utilizados estão os antibióticos do tipo ionóforos, principalmente a Monensina sódica (OLIVEIRA & MILLEN, 2014). Sua utilização está baseada, segundo Melo (2017), na capacidade de modular a ação das bactérias gram-positivas que habitam no rúmen dos bovinos, garantindo menor produção de metano e maior utilização dos nutrientes dietéticos.

Porém, seu uso na nutrição de ruminantes tem sido motivo de discussão devido ao desenvolvimento de resistência bacteriana e ao impacto no tratamento de doenças animais e em humanos. Segundo estudo realizado por Semjén (2000), avaliando questões relacionadas ao consumo de carne bovina, proveniente de animais que receberam monensina, observou que a ocorrência de resistências bacterianas de animais para bactérias do ser humano, estão associadas as causadoras de infecções alimentares, como *Salmonella sp*, *Yersinia sp* e *Campylobacter sp*, que são bactérias gram-positivas.

Assim, produtos cárneos provenientes de áreas e sistemas que utilizam ionóforos na dieta dos animais, ficaram proibidos de exportados para a União Europeia, e demais países do mundo que se baseiam nas determinações do bloco Europeu para compra de carne bovina, o que prejudica toda a cadeia de produção brasileira. Contudo, é necessário destacar que ainda há dificuldades de afirmar a veracidade que ocorre essa resistência e seu impacto na saúde humana (FEDORKA-CRAY *et al.*, 2002).

Assim, neste cenário, de busca por aumento produtivo com eficiência e segurança alimentar, a intensificação no uso de dietas com alto teor de grãos, que é uma tendencia produtiva, e que afeta negativamente o metabolismo do animal, prejudicando o seu desempenho, o uso de aditivos alternativos a Monensina poderia garantir a manipulação da fermentação ruminal, estabilização do pH ruminal e consequentemente melhorias no padrão fermentativo (GONÇALVES *et al.*, 2012).

2.2 Ionóforos

O uso de ionóforos na nutrição animal é comprovadamente eficaz, os mesmos fazem parte do grupo de aditivos, possuem papel fundamental na dieta dos animais de produção, pois atuam de forma positiva no aumento da disponibilidade de

nutrientes para absorção pelo animal durante o processo fermentativo realizado pela microbiota ruminal (GONÇALVES *et al.*, 2012).

Ionóforos são antibióticos cuja função é alterar a fermentação dos alimentos (que é realizada por microrganismos, como as bactérias gram positivas e negativas), inibindo as bactérias produtoras de ácido láctico, acético, fórmico, butírico e hidrogênio, como também, seleciona as bactérias que produzem o ácido propiônico e succínico (MORAIS *et al.*, 2006). A vantagem de produzir mais ácido propiônico para o metabolismo energético está correlacionada com a maior produção de glicose através da gliconeogênese no fígado, além disso, serve como dreno de hidrogênio (PAULA, 2011).

Desse modo, ao reduzir a produção de hidrogênio, mantém o ambiente ruminal menos ácido. Além disso, reduz de forma benéfica a produção de metano, uma vez que havendo menor concentração de hidrogênio e pela ação do ionóforo sobre as bactérias celulolíticas, há menos substratos para ação das archeas metanogênicas (JOHNSON & JOHNSON, 1995). Desta forma, gera-se produtos que apresentam vantagens metabólicas, nutricionais, resultando em maior desempenho animal (OLIVEIRA, ZANINE, SANTOS, 2005).

Os ionóforos tem como premissa funcionar como transportador de íons através da bicamada lipídica dos microrganismos. São produzidos por linhagens de *Streptomyces spp.*, que por sua vez, podem inibir ou deprimir o crescimento de microrganismos do rúmen (NICODEMO, 2001). Monensina, salinomicina e lasalocida, são os ionóforos mais conhecidos e utilizados na dieta de ruminantes. Atuam ainda como promotores de crescimento do animal, aumentando a eficiência e/ou taxa de ganho de peso corporal (SALMAN *et al.*, 2006).

A resposta no metabolismo animal depende de vários fatores como dosagem, tipo de dieta fornecida ao animal, molécula utilizada, adaptação prévia, manejo e categorial animal. É de extrema importância observar e atender os fatores, para que os resultados sejam positivos, causando aumento na eficiência alimentar, que basicamente ocorre pelo aumento da concentração de ácido propiônico disponível e a diminuição da degradação proteica, ou seja, aumentando a disponibilidade de nutrientes e elementos energéticos para que os animais consigam apresentar melhor desempenho produtivo (McGUFFEY, RICHARDSON, WILKINSON, 2001).

Muito se estuda sobre os efeitos na fermentação pelos ionóforos, que possui capacidade de reduzir as bactérias Gram-positivas no rúmen, aumentando o processo

de digestão dos nutrientes, tornando-os mais propensos a um melhor aproveitamento do nitrogênio e energia dos alimentos, aumentando a sua disponibilidade para o organismo animal (VEIGA *et al.*, 2022).

2.3 *Monensina*

A monensina é o aditivo alimentar mais utilizado na alimentação de bovinos confinados e em pastejo no Brasil. Considerado um ionóforo, possui moléculas orgânicas, que atuam dentro das membranas da microbiota, principalmente bactérias gram-positivas, a partir da formação de um canal permeável, sendo classificados como antibióticos poliésteres (MILLEN *et al.*, 2009).

A monensina é utilizada desde os anos de 1980 como promotor de crescimento, utilizada na dieta de aves nos Estados Unidos para combater a coccidiose. Ao adicionar a monensina na dieta, é necessário que os animais passem por um período de adaptação ao seu consumo, sendo de extrema importância seguir as recomendações do fabricante sobre as quantidades que devem ser administradas na dieta dos animais. Para animais confinados, durante o período de adaptação, recomenda-se cerca de 5 a 10 g de monensina/sódica/tonelada de ração concentrada, após o período de adaptação, recomenda-se de 25 a 30g/tonelada, melhorando assim, conversão alimentar, ingestão do alimento e ganho de peso (EMBRAPA, 2001).

Já para os animais mantidos em pastejo, a fase de adaptação entre 5 e 7 dias, com fornecimento de 50 a 100 mg de monensina/cabeça/dia misturado ao suplemento proteico-energético ofertado. Após os 7 dias, aumentar a dosagem fornecendo 200 mg/cabeça/dia em 450 g de suplemento. Caso os animais parem de receber a monensina por mais de 72 horas, é necessário, e de extrema importância, que eles passem novamente pelo período de adaptação do aditivo (EMBRAPA, 2001).

A monensina também diminui o consumo na grande maioria dos alimentos com pouco ou nenhum efeito sobre o ganho médio diário (GMD). Em dietas com altos níveis de carboidratos fermentáveis melhoram a eficiência alimentar dos bovinos (MATURANA FILHO *et al.*, 2010; DUFFIELD *et al.*, 2012; MELO *et al.*, 2020). Por outro lado, dietas com maiores proporções de forragem ou em sistemas de pastejo, o GMD apresenta melhorias, mas a monensina não diminui o consumo (BRETSCHNEIDER *et al.*, 2008; PRADO *et al.*, 2010; MACIEL *et al.*, 2019).

Ao descrever a utilização dos ionóforos, González *et al.* (2012) relataram alterações nas proporções dos ácidos graxos de cadeia curta produzidos no rúmen, diminuição a ocorrência de distúrbios metabólicos (acidose, timpanismo e laminite) e promoção de uma maior eficiência alimentar por aumentar o ganho de peso, sem alterar o consumo de alimento (ZANINE *et al.*, 2006). Duffied *et al.* (2012) destacaram também que o uso de ionóforos possibilita maior eficiência alimentar em animais recebendo dietas ricas em carboidratos não fibrosos, devido sua capacidade de estabilização do pH ruminal via modulação da fermentação.

Estudo realizado por Rigueiro (2016), avaliou o uso combinado de Virgimicina (um tipo de antibiótico não ionóforo) e Monensina sobre o comportamento ingestivo, desempenho produtivo, característica de carcaça e saúde animal de bovinos Nelores terminados em confinamento. Estes autores concluíram que o grupo de animais que recebeu dieta somente com Virgimicina durante o período de adaptação de 19 dias, apresentou maior peso corporal final (401,97 KG), consumindo 1 kg de ração a mais que os animais do outro grupo, que apresentaram peso corporal de 398,18 kg.

2.4 Óxido de magnésio-*Up*®

O rúmen é considerado um ambiente bem tamponado, com pH que pode ir do mais básico ao mais ácido (valores superiores a 8 e menores que 5, respetivamente), dependendo da dieta ofertada aos animais (KOZLOSK, 2019). Em dietas ricas em concentrado e/ou alto grão, usadas para aumento da densidade energética da dieta, há uma grande concentração de carboidratos solúveis, que por serem de mais fácil fermentação acabam por produzir maior quantidade de ácido láctico, causando acidose ruminal (ANTUNES *et al.*, 2011). Esse quadro de acidose ruminal é prejudicial ao processo fermentativo eficiente, a saúde do animal e consequentemente, ao desempenho e economicidade do sistema produtivo (VALADARES FILHO & PINA, 2011)

Dentre os tamponantes mais utilizados na dieta de ruminantes, os tampões fosfatos (presentes na própria saliva dos animais) e os bicarbonatos de sódio (NaHCO_3), o sesquicarbonato de sódio ($\text{Na}_2\text{CO}_3\text{NaHCO}_3 - 2 \text{H}_2\text{O}$) e o calcário calcítico (CaCO_3 , carbonato de cálcio) se destacam. Outra opção de tamponante seria o óxido de magnésio (MgO) (PEREIRA, 2005). O óxido de magnésio, é, na verdade, um agente alcalinizante, com capacidade de neutralizar os ácidos produzidos no rúmen. Os efeitos deste produto, além de elevar o pH no trato gastrointestinal, aumenta a

gordura secretada no leite e eleva o consumo de alimentos pelos animais (NAGARAJA & CHENGAPPA, 1998).

O óxido de magnésio é vendido comercialmente com a marca *Phix-up*[®], resultado de uma experiência exclusivamente industrial, com a função de manter o equilíbrio do pH do rúmen, neutralizar o excesso de ácido láctico pela fermentação bacteriana. A sua composição química, com o magnésio, apresenta efeito neutralizante, cuja cinética de ação é complementar (MAGAÑA, 2021).

Nascimento *et al.* (2024) ao avaliarem os aspectos metabólicos ruminais e nutricionais de bovinos de corte recebendo dietas com alta densidade energética e uso do Phix-up combinado ou não com a monensina, observaram que houve aumento do pH ruminal durante o período alimentar, maior consumo de matéria seca e de nutrientes, além de maior síntese de proteína microbiana, nos animais que receberam entre 2,5 e 5,0 g/kg de matéria seca ofertada, quando comparado com aqueles que receberam monensina.

3. OBJETIVOS

3.1 *Objetivo geral*

Avaliar os efeitos da adição de Phix-Up, combinados ou não com a Monensina, como aditivos em dietas com alto teor de concentrado para Novilhas em confinamento.

3.2 *Objetivos específicos*

Avaliar o consumo de MS, ganho de peso diário, comportamento animal, características de carcaça e desempenho de animais recebendo óxido combinado ou não com a Monensina durante confinamento com dieta alto grão.

4. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABDELA, N. Sub-acute ruminal acidosis (SARA) and its consequence in dairy cattle: A review of past and recent research at global prospective. **Achievements in the Life Sciences**, v. 10(2), p. 187–196, 2016.
- ABIEC. Associação Brasileira das Indústrias Exportadoras de Carne. **Notícias Agrícola**, 2020.
- ABIEC. Associação Brasileira das Indústrias Exportadoras de Carne. **Notícias Agrícola**, 2023.
- ABIEC. Associação Brasileira das Indústrias Exportadoras de Carne. **Notícias**

Agrícola, 2024.

ALBUQUERQUE, E. **Assessoria de Comunicação do Sistema Famasul**, 2021.

ANTUNES, R. C.; RODRIGUEZ, N. M.; SALIBA, E. O. S. Metabolismo dos carboidratos não estruturais. In: BERCHIELLI, T. T.; PIRES, A. V.; OLIVEIRA, S. G. **Nutrição de Ruminantes**. 2º edição. FUNEP. 2011.

ASCHENBACH, J. R.; ZEBELI, Q.; PATRA, A. M.; GRECO, G.; AMASHEH, S.; PENNER, G. B. Symposium review: The importance of the ruminal epithelial barrier for a healthy and productive cow. **Journal of Dairy Science**, v. 102, p. 1866-1882, 2019.

BACH, A.; GUASCH, I.; ELCOSO, G.; DUCLOS, J.; KHELIL-ARFA, H. Modulation of rumen pH by sodium bicarbonate and a blend of different sources of magnesium oxide in lactating dairy cows submitted to a concentrate challenge. **Journal of Dairy Science**, v. 101(11), p. 9777–9788, 2018.

BERGEN, G. W.; BATES, D. B. Ionophores: their effect on production efficiency and more of action. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 58, n. 6, p. 1465-1483, 1984.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Projeções do Agronegócio 2015/2016 a 2025/2026. Brasília: MAPA, 2016.

BRENT, B. E. Relationship of acidosis to Other feedlot ailments (Relação acidose com outras doenças do confinamento). **Journal of Animal Science**, v. 43, p. 930-935, 1976.

BRETSCHNEIDER, G.; ELIZALDE, J. C.; PÉREZ, F. A. The effect of feeding antibiotic growth promoters on the performance of beef cattle consuming forage-based diets: A review. **Livestock Science**, v. 114, p. 135–149, 2008.

BRITTON, R.; STOCK, R. **Acidosis: A continual problem in cattle fed high grain diets**. Página 8-15 em Proc. Cornell Nutr. Conf. Feed Manuf., Cornell Univ., Ithaca. 1989.

DUFFIELD, T. F.; MERRILL, J. K.; BAGG, R. N. Meta-analysis of the effects of monensin in beef cattle on feed efficiency, body weight gain, and dry matter intake. **Journal of Animal Science**, v.90, p.4583-4592, 2012.

EMBRAPA. **Boas Práticas Agropecuárias Bovinos e Bubalinos de Corte**. Manual Orientador. Souza, F.; Pereira, M.A.; 3º Edição – Revista e ampliada, 2022.

EMBRAPA. **Uso de Aditivos na Dieta de Bovinos de Corte**. Documentos 106,

out., 2001.

FEDORKA -CRAY, P. J.; ENGLIN, M. D.; GRAY, J.; HUDSON, C.; HEADRICK, M. L. Programs for monitoring antimicrobial resistance. **Animal Biotechnology**, v. 13, n. 1, p. 43-55, 2002.

FERREIRA, A. F. A.; PRADO, T. A. Utilização de monensina para bovinos de corte. **Revista de Investigaciones Veterinarias**, v.15, n.7, p.37-42, 2016.

GONÇALVES, M. F.; MARTINS, J. D. S.; OLIVEIRA, M. V.; CARVALHO, C. C. M.; ANTUNES, M. M.; FERREIRA, I. C.; OLIVALVES, L. C. Ionóforos na alimentação de bovinos. **Veterinária Notícias**, v. 18(2), p. 131-146, 2012.

GONZÁLEZ, L. A.; MANTECA, X.; CALSAMIGLIA, S.; SCHWARTZKOPF-GENSWEIN, K. S.; FERRET, A. Ruminant acidosis in feedlot cattle: Interplay between feed ingredients, rumen function and feeding behavior (a review). **Animal Feed Science and Technology**, v. 172(1–2), p. 66–79, 2012.

HOSSAIN, M. E. Sub-acute ruminal acidosis in dairy cows: Its causes, consequences and preventive measures. **Journal of Animal and Feed Research**, v. 10(1), p. 302–312, 2020.

ÍTAVO, L. C. V.; DIAS, A. M.; ÍTAVO, C. C. B. F.; SILVA, F. F.; NOGUEIRA, É. Produção de carne bovina em confinamento. In: **Bovinocultura de corte: desafios e tecnologias**. 2ª Edição. Editores: OLIVEIRA, R. L.; BARBOSA, M. A. A. F. Editora Edufba, 725p., 2014.

JOHNSON, K.A.; JOHNSON D.E. Methane emissions from cattle. **Journal of Animal Science**, v. 73, n. 8, p. 2483-2492, 1995.

KOZLOSK, G. V. **Bioquímica de ruminantes**. Editoraufsm. 3º edição. 2019.

MACIEL, I. C. F.; SATURNINO, H. M.; BARBOSA, F. A.; MALACCO, V. M. R.; ANDRADE JÚNIOR, J. M. C.; MAIA FILHO, G. H. B.; COSTA, P. M. Virginiamycin and sodium monensin supplementation for beef cattle on pasture. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 71, p. 1999–2008, 2019.

MALAFIA, G. C; BISCOLA, P. H. N. **Anuário cicarne da cadeia produtiva da carne bovina**. Embrapa Gado de Corte, Ministério da Agricultura e Pecuária, 2023.

MATURANA, F. M.; OLIVEIRA, M. G.; RIBEIRO G. D. C.; OLIVEIRA, H. P. Q.; SARAN NETTO A.; M. A. F. CORREA, L. B.; PORCIONATO, M. A. F.; ZANETTI M. A.. Parâmetros sanguíneos e desempenho de bovinos de corte em

- confinamento, submetidos. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v. 11, p. 772–782, 2010.
- McGUFFEY, R. K.; RICHARDSON, L.F.; WILKINSON, J. I.D. Ionophores for dairy cattle: current status and future outlook. **Journal of Dairy Science**, v. 84, p. E194-E203, 2001.
- MELO, A. C. B., PEREIRA, M. C. S.; RIGUEIRO, A. L. N.; ESTEVAM, D. D.; TOLEDO, A. F.; ASSUMPÇÃO, A. H. P. M. DELLAQUA, J. V. T.; LELIS, A. L. J.; MILLEN, D. D. Impacts of adding functional oils or sodium monensin in high-concentrate diets on performance, feeding behaviour and rumen morphometrics of finishing Nellore cattle. **The Journal of Agricultural Science**, v. 158, p. 136–142, 2020.
- MELO, A.C.B. **Efeitos da adição de óleo funcional e/ou monensina sódica em dietas de alta energia para bovinos Nelore confinados**. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia Animal) – Universidade Estadual Paulista. Campus de Dracena/Faculdade de Ciências Agrárias e Tecnológicas, SP, 2017.
- MILLEN, D. D.; PACHECO, R. D. L.; ARRIGONI, M. D. B.; GALYEAN, M. L.; VASCONCELOS, J. T. A snapshot of management practices and nutritional recommendations used by feedlot nutritionists in Brazil. **Journal of Animal Science**, v. 87, p. 3427-3439. 2009.
- MORAIS, J.A.S.; BERCHIELLI, T.T.; REIS, R.A. Aditivos. In: BERCHIELLI, T.T.; PIRES, A.V.; OLIVEIRA, S.G. Nutrição de ruminantes. Jaboticabal : Funep, 2006. p.539-561.
- NAGARAJA, T. G.; CHENGAPPA, M. M. Liver abscesses in feedlot cattle: A review. **Journal of Animal Science**, v.76, p.287-298, 1998.
- NICODEMO, M. L. F. **Uso de aditivos na dieta de bovinos de corte**. 1ª ed., Campo Grande: Embrapa Gado de Corte, 2001. 54p, 2001.
- OLIVEIRA, C. A.; MILLEN, D. D. Survey of the nutritional recommendations and management practices adopted by feedlot cattle nutritionists in Brazil. **Animal Feed Science and Technology**, v. 197, p. 64–75. 2014.
- OLIVEIRA, J. S.; ZANINE, A. M.; SANTOS, E. M. Uso de aditivos na nutrição de ruminantes. **Revista Eletrônica de Veterinária**, v. 6, n. 11, 2005.
- OLIVEIRA, M. V. M.; LANA, R. P.; JHAM, G. N.; PEREIRA, J. C.; PÉREZ, J. R. O.; VALADARES FILHO, S. C. Influência da monensina no consumo e na fermentação ruminal em bovinos recebendo dietas com teores baixo e alto de

- proteína. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 34, n. 5, p. 1763-1774, 2005.
- OWENS, F. N.; SECRIST, D. S.; HILL, W. J.; GILL, D. R. Acidosis in cattle: a review. **Journal of Animal Science**, v. 76(1), p. 275–286, 1998.
- PAULA, M. F. F. V. **Uso de ionóforos na dieta de bovinos de corte: Fermentação ruminal e digestibilidade aparente dos nutrientes**. Dissertação (Mestrado) Universidade Federal de Lavras. - Lavras: MG, 2011.
- PEREIRA, E. S.; ARRUDA, A. M. V.; MIRANDA, L. F.; MIZUBUTI, I. Y.; MUNIZ, E. B.; PINTO, A. P. Importance of interrelation carbohydrate and protein in diets of ruminants. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 26(1), p. 125–134, 2005. <https://doi.org/10.5433/1679-0359.2005v26n1p125>
- PRADO, O. P. P.; ZEOULA, L. M.; MOURA, L. P. P.; FRANCO, S. L.; PRADO, I. N.; JACOBI, G. Effect of propolis and sodium monensin addition on digestibility and ruminal characteristics of buffaloes fed diet based on roughage. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 39(6), p. 1336–1345, 2010.
- RIGUEIRO, A. L. N. Protocolos para uso combinado de monensina sódica e virginiamicina em dietas de bovinos Nelore confinados. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira, Dracena, 2016.
- SALMAN, A. K.; PAZIANI, S. F.; SOARES, J. P. G. **Utilização de ionóforos para bovinos de corte**. Porto Velho: Embrapa Rondônia, 24p, 2006.
- SEMJÉN, G. The effects of Intervention on antimicrobial resistance. **Acta Veterinaria Scandinavica**, v. 6, n. 93, p.105-110, 2000.
- SILVA, H. B. **Uso de Enzimas Exógenas para Bovinos Nelore em Confinamento**. 119 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Mestrado em Qualidade e Produtividade Animal, Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos - Universidade de São Paulo, Pirassununga, 2017.
- SILVA, M.T. **Principais Aditivos Zootécnicos Utilizados na Dieta de Bovinos de Corte Terminados em Confinamento: Revisão de Literatura**. São Paulo, 2019.
- VALADARES FILHO, S. C.; PINA, D. S. **Fermentação ruminal**. In: **Nutrição de Ruminantes**. 2ª Edição. Editores: BERCHIELLI, T. T.; PIRES, A. V.; OLIVEIRA, S. G. Editora Funep, p.161-191, 2011.
- VEIGA, C. R. **Dica: Quantidade de ração no semiconfinamento**, 2022.
- ZANINE, A. M.; SANTOS, E. M.; FERREIRA, D. J.; OLIVEIRA, J. S.; ALMEIDA, J.

C. C.; PEREIRA, O. G. Avaliação da silagem de capim-elefante com adição de farelo de trigo. **Archivos de Zootecnia**, v.55, n.209, p.75-84, 2006.

CAPÍTULO II - Comportamento, consumo, desempenho e qualidade de carne de bovinos confinados recebendo dietas com um mix de óxidos de magnésio (*Phix-up*®) e outros aditivos

Comportamento, consumo, desempenho e qualidade de carne de bovinos confinados recebendo dietas com um mix de óxidos de magnésio (*Phix-up*®) e outros aditivos

Camila de Souza Silva*¹, Henrique Jorge Fernandes¹

¹ Departamento de Zootecnia, Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul,
Aquidauana, MS, Brasil, 79200-000

* Autor correspondente. Email: camilazootecniauems@gmail.com

RESUMO: O presente estudo teve como objetivo avaliar o uso de um mix de óxidos de magnésio (*Phix-up*®), combinado ou não com monensina, como aditivo em dietas com alto teor de concentrado fornecidas a novilhas meio-sangue confinadas. Os animais foram distribuídos em três tratamentos: monensina sódica (MON), *Phix-up*® (PHX) e a combinação de ambos (COMBO). Foram avaliados o comportamento ingestivo, parâmetros fisiológicos, desempenho zootécnico e características de carcaça e carne. Durante a fase de adaptação, o tratamento PHX aumentou o tempo de locomoção ($P = 0,042$), sem alterar significativamente os demais comportamentos avaliados. Na fase de desempenho, o COMBO elevou o tempo total de ruminação ($P < 0,001$) e o tempo comendo ($P = 0,028$), enquanto o PHX isolado aumentou o tempo de ócio deitado e reduziu o tempo de ruminação. Em relação aos parâmetros fisiológicos, o COMBO apresentou maior pH fecal ($P < 0,001$) e menor concentração de glicose sanguínea ($P = 0,027$) em comparação aos demais tratamentos. O desempenho animal foi superior com o uso exclusivo da monensina, tanto na fase de adaptação quanto ao longo do período de confinamento, com maiores ganhos médios diários (GMD) ($P < 0,05$). O tratamento PHX isolado resultou em menor GMD, enquanto o COMBO apresentou desempenho intermediário. As características de carcaça e carne não foram influenciadas pelos tratamentos ($P > 0,05$). Conclui-se que a monensina isolada promove melhor desempenho produtivo de novilhas em dietas de alto concentrado. O uso de *Phix-up*®, embora beneficie alguns comportamentos de ingestão e parâmetros intestinais, compromete o ganho de peso quando utilizado isoladamente. A associação

com monensina melhora o padrão de ruminação e pH fecal, mas não supera os efeitos produtivos da monensina sozinha.

Palavras-chave: acidose metabólica, ingestão de matéria seca, ganho médio diário, aditivos alimentares, pH ruminal

ABSTRACT: This study aimed to evaluate the use of a magnesium oxide blend (*Phix-up*®), alone or in combination with monensin, as an additive in high-concentrate diets fed to confined crossbred heifers. The animals were assigned to three treatments: sodium monensin (MON), *Phix-up*® (PHX), and a combination of both (COMBO). Ingestive behavior, physiological parameters, performance, and carcass and meat characteristics were evaluated. During the adaptation phase, the PHX treatment increased locomotion time ($P = 0.042$), without significantly altering other behavioral traits. During the finishing period, COMBO increased total rumination time ($P < 0.001$) and feeding time ($P = 0.028$), while PHX alone increased idle time lying down and reduced rumination. Regarding physiological responses, COMBO presented higher fecal pH ($P < 0.001$) and lower blood glucose concentration ($P = 0.027$) compared to the other treatments. Animal performance was superior with monensin alone, both during the adaptation and finishing periods, with higher average daily gains (ADG) ($P < 0.05$). The PHX-only treatment resulted in lower ADG, while COMBO showed intermediate performance. Carcass and meat characteristics were not affected by treatments ($P > 0.05$). It is concluded that monensin alone promotes better productive performance in crossbred heifers fed high-concentrate diets. Although *Phix-up*® improves certain ingestive behaviors and intestinal parameters, it compromises weight gain when used alone. The association with monensin enhances rumination patterns and fecal pH but does not surpass the productive effects of monensin alone.

Keywords: metabolic acidosis, dry matter intake, average daily gain, feed additives, ruminal pH

1. INTRODUÇÃO

A oferta de dietas com alto teor de concentrado para bovinos de corte em confinamento tem como objetivo principal o aumento da produtividade, permitindo o abate precoce de animais com maior grau de acabamento e marmoreio da carne (McALLISTER *et al.*, 2020). No entanto, a elevada ingestão de carboidratos de rápida

fermentação nessas dietas pode desencadear distúrbios metabólicos, como a acidose ruminal, que compromete o desempenho animal (BROWN *et al.*, 2000). A baixa disponibilidade de fibra efetiva nessas formulações reduz o estímulo à ruminação e, conseqüentemente, à produção salivar, que é uma importante via de tamponamento do pH ruminal. Quando esse mecanismo natural é insuficiente, podem ser utilizados tamponantes de ação biológica ou química como forma de prevenção e controle da acidose (RIBEIRO & GOBETTI, 2018).

Entre os aditivos alimentares mais empregados em dietas de ruminantes destacam-se os ionóforos, em especial a monensina sódica, um modulador da fermentação ruminal amplamente utilizado por sua eficácia em melhorar a eficiência alimentar e controlar distúrbios metabólicos (SILVA *et al.*, 2023). No entanto, segundo Tedeschi *et al.* (2017), o uso contínuo de monensina pode levar à presença de resíduos em produtos de origem animal, como carne e leite, além de estar associado ao aumento da resistência antimicrobiana em bactérias de relevância para a saúde humana. Esses fatores têm motivado a busca por alternativas naturais ou estratégias complementares ao uso exclusivo de ionóforos.

Nesse contexto, o óxido de magnésio surge como uma alternativa promissora por sua ação alcalinizante e potencial tamponante no trato gastrointestinal, auxiliando no controle da acidose e podendo contribuir para o aumento do consumo de matéria seca e da produção de gordura no leite (NAGARAJA & CHENGAPPA, 1997). Apesar do seu uso em outras categorias e sistemas de produção, ainda há carência de informações sobre os efeitos do óxido de magnésio em dietas de alto concentrado na terminação de bovinos de corte. Além disso, poucos estudos avaliaram a possível sinergia entre o óxido de magnésio e a monensina, especialmente em relação ao desempenho animal e à mitigação de distúrbios ruminais.

Diante disso, o presente estudo teve como objetivo avaliar os efeitos da inclusão de um mix de óxidos de magnésio, combinado ou não com monensina, em dietas com alto teor de concentrado para bovinos de corte em confinamento, buscando entender se essa combinação pode potencializar os efeitos positivos de ambos os aditivos e oferecer uma alternativa mais eficiente e segura para o manejo nutricional desses animais.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento de campo foi conduzido na Agropecuária CEDRON Ltda.,

localizada no Município de Anastácio, MS, Brasil (20°30'03.5"S 55°53'34.1"W), entre os meses de Novembro de 2022 a abril 2023.

Todos os procedimentos realizados com os animais foram aprovados pelo Comitê de Ética no Uso de Animais (CEUA) da Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul (Protocolo nº 006/2021).

Foram utilizadas 60 novilhas cruzadas F1 Nelore x Angus, com idade inicial em torno de 11 meses e peso corporal médio inicial em torno de 300 Kg. Os animais foram pesados (sem jejum), individualmente identificados e aleatoriamente divididos em três grupos de 20 animais. Cada grupo de animais foi alojado em uma baia de confinamento com 400 m², provida de cochos e bebedouros.

A proporção volumoso:concentrado durante a fase de avaliação de desempenho animal (100 dias) foi de 7:93, tendo sido adotada uma adaptação prévia de 21 dias (totalizando 121 dias de período experimental total).

A dieta fornecida aos animais foi composta por silagem de milho como fonte de volumoso e por um concentrado padrão utilizado no confinamento comercial da propriedade, acrescido dos aditivos em teste. A formulação das dietas foi realizada com base nas recomendações do NASEM (2016), de forma a atender às exigências nutricionais dos animais em terminação (Tabela 1). Todos os animais receberam a mesma dieta, variando apenas quanto ao aditivo utilizado. Durante a fase de avaliação de desempenho animal, foi adotada uma proporção de volumoso:concentrado de 7:93, típica de sistemas de confinamento intensivo, com o objetivo de maximizar o ganho de peso e a eficiência alimentar. Essa relação elevada de concentrado foi adotada devido à sua capacidade de promover maior densidade energética da dieta, favorecendo o desempenho em sistemas de terminação rápida.

A adaptação foi realizada ao longo de 21 dias, dividida em três etapas semanais, com ajuste gradual da proporção volumoso:concentrado. Na primeira semana, foi utilizada uma proporção de 50:50; na segunda semana, de 25:75; e, na terceira semana, atingiu-se a proporção final de 7:93. Essa adaptação em escada teve como objetivo permitir o ajuste progressivo do microbioma ruminal à maior disponibilidade de carboidratos rapidamente fermentáveis, reduzindo o risco de distúrbios digestivos e garantindo melhor aceitação da dieta final.

A dieta foi fornecida *ad libitum*, duas vezes ao dia, às 07h00min e às 17h00min. A água também foi disponibilizada *ad libitum* durante todo o período experimental, que teve duração total de 121 dias (21 dias de adaptação + 100 dias de

avaliação de desempenho).

Para cada grupo de animais, foi utilizado um dos aditivos em avaliação: o primeiro grupo recebeu um concentrado aditivado com Monensina® (tratamento Monensina - Rumensin®, Elanco Brasil), na dose de 29,5 mg/kg de matéria seca (MS) de dieta; o segundo e terceiro grupo receberam um mix de óxidos de magnésio (*Phix-up*®, Timac Agro Ind e Com de Fertilizantes), na dose de 0,492% da MS, adicionado ou não de Monensina, na mesma dose anteriormente descrita (tratamentos *Phix-up* mais Monensina e *Phix-up*, respectivamente). Todos os aditivos foram dosados segundo a recomendação dos fabricantes.

Para garantir o consumo *ad libitum* da ração, a quantidade de dieta foi ajustada diariamente por meio de leitura de cocho antes do primeiro trato do dia. Utilizou-se um escore na escala de 0 a 2: (Leitura 0 - cocho sem sobras (aumentava-se 5% a oferta de MS de dieta); Leitura 1 - sobras em torno de 5 a 10% do ofertado (mantinha-se a quantidade da dieta ofertada no dia anterior); e Leitura 2 - sobras acima de 10% do ofertado (diminuía-se 5% a oferta de MS da dieta).

O consumo de MS para cada curral foi avaliado diariamente pela diferença entre o total de MS ofertada e as sobras (MS) do cocho, bem como pela análise diária do teor de MS do volumoso e das sobras. A partir deste, calculou-se o consumo médio diário de MS por tratamento a cada semana.

Amostras do volumoso, de concentrado e da dieta total ofertada no cocho foram coletadas diariamente e combinadas em amostras compostas semanais, que foram conservadas para posteriores análises.

As análises foram realizadas no laboratório de Ruminantes da Unidade de Aquidauana/UEMS. A estimacão de MS (método INCT-CA G-003/1), matéria mineral (MM, método INCT-CA M-001/1), proteína bruta (PB, método INCT-CA N-001/1), extrato etéreo (EE, método INCT-CA G-005/1), fibra insolúvel em detergente neutro (FDN, método INCT-CA F-002/1) corrigida para cinzas (CIDN, método INCT-CA M-002/1) e proteínas (PIDN, método INCT-CA N-004/1), proteína insolúvel em detergente ácido (PIDA, método INCT-CA N-005/1) e lignina, via hidrólise ácida (método INCT-CA F-005/1), foram realizadas como proposto por Detmann *et al.* (2012).

O conteúdo de carboidratos não-fibrosos (CNF) e de nutrientes digestíveis totais (NDT) foi calculado de acordo com o NRC (2001): $CNF (\%) = 100 - (\%FDN_{cp} + \% PB + \% EE + \% MM)$, onde FDN_{cp} é o FDN corrigido para cinzas e proteína. $NDT =$

$PBd + 2,25 \times AGd + FDNd + CNFd - 7$, em que, PBd é proteína bruta digestível, AGd são ácidos graxos digestíveis, FDNd é fibra em detergente neutro digestível e CNFd são carboidratos não fibrosos digestíveis, e o número 7 referente-se ao valor do NDT fecal metabólico, ou seja, uma correção para as perdas energéticas inevitáveis nas fezes, que não estão diretamente associadas à dieta consumida, mas sim ao metabolismo endógeno do animal. Esse valor é subtraído da soma dos nutrientes digestíveis para refletir de forma mais precisa a fração verdadeiramente aproveitável da energia da dieta.

No início e ao fim do período de adaptação e do período de avaliação do desempenho, os animais foram pesados após jejum de sólidos de 16 horas, para avaliação do ganho de peso. No final da adaptação e do experimento, antes do jejum para a pesagem, foram ainda realizadas coletas (em quinze animais de cada tratamento), de fezes, diretamente da ampola retal (para determinação de pH e de amido fecal), e de sangue, para determinação de D-Lactato e Glicose. O pH fecal foi determinado de forma direta e o amido fecal foi determinado de acordo com a metodologia sugerida por Campos, Nussio, Nussio (2004). Já as análises de sangue foram realizadas utilizando-se kits comerciais em um analisador automático-enzimático.

Semanalmente, foi avaliado o escore de fezes de cada tratamento, com notas de 1 a 5 (onde a nota 1 foi atribuída para as fezes muito líquidas, e a nota 5 atribuída quando este aparecia como espessas bolas fecais), conforme sugerido por Litherland (2007).

Para avaliação do comportamento diurno, dez animais de cada grupo foram individualmente identificados no costado. Foram realizadas observações visuais ao longo de 12 horas diurnas, entre as 06h00min e as 18h00min, durante quatro dias não sequenciais no período de adaptação (D11, D12, D16 e D17) e oito dias não sequenciais no período de avaliação do desempenho (D42, D43, D64, D65, D68, D70, D82 e D83), totalizando 144 horas de observação por animal.

A coleta de dados de comportamento se baseou em amostragens de varredura instantânea, em cada lote, nos animais individualmente identificados, a cada 5 minutos, sendo o comportamento considerado uniforme para esse intervalo. Os comportamentos foram classificados como: em pé em ócio, em pé ruminando, caminhando, comendo, bebendo, deitado em ócio e deitado ruminando. O tempo total ruminando foi calculado como a soma dos tempos ruminando em pé e deitado. O

tempo total em ócio foi determinado pelo somatório dos tempos dispendidos deitados e em pé em ócio e caminhando.

Ao final do período experimental, os animais foram abatidos em frigorífico com serviço de inspeção federal (SIF-1646). Após o abate, a carcaça de cada animal foi dividida em duas meias-carcaças, foi então pesada (para determinação do rendimento de carcaça), e resfriada a -5 °C durante 24 horas.

Após o resfriamento das carcaças, na meia carcaça esquerda foram realizadas as medições da área de olho de lombo (AOL) e da espessura de gordura subcutânea (EGS) sobre a 12ª costela. O pH e a temperatura da carcaça foram determinados no músculo *Longissimus dorsi*.

Foi coletada ainda, da meia carcaça esquerda, uma amostra de 2,54 cm de espessura do músculo *Longissimus dorsi* de cada animal, próximo à 13ª costela. Cada peça de carne foi pesada, identificada e acondicionada a vácuo. Estas amostras, foram identificadas, subdivididas e conservadas para posterior análise de cor, pH, perda de peso por cocção (PPC) e força de cisalhamento (FC).

A determinação dos componentes da cor (L^* , a^* e b^*) foi realizado após a retirada das peças das embalagens e exposição das mesmas ao ar por 30 minutos, para oxigenação da mioglobina (ABULARACH *et al.*, 1998). A leitura da cor foi realizada na superfície das amostras, utilizando o sistema CIE $L^*a^*b^*$, iluminante D65, 10° graus para observador padrão, usando um colorímetro espectrofotométrico CM-700 (Konica Minolta Sensing Inc., Osaka, Japão). O equipamento foi calibrado para um padrão branco, onde o L^* é o croma associado a luminosidade ($L^* = 0$ preto, 100 branco), a^* é o croma que varia do verde (-) ao vermelho (+), e b^* o que varia do azul (-) ao amarelo (+) (HOUBEN *et al.*, 2000). Foram realizadas 6 leituras por amostra.

O pH da carne foi mensurado utilizando-se um peagâmetro digital da marca Mettler M1120x (Mettler – Toledo Internacional Inc., Columbus, EUA) com sondas de penetração e resolução de 0,01 unidades de pH.

Para determinação da PPC, as amostras foram pesadas e grelhadas a 160-180°C até atingirem a temperatura interna de 71°C (AMSA, 1995), monitorada por um termômetro digital inserido no centro geométrico de cada amostra. Após o cozimento as amostras foram resfriadas a temperatura ambiente por 2 horas e novamente pesadas. A PPC foi determinada pela diferença da pesagem da amostra antes e após o cozimento e o resultado foi expresso em porcentagem.

A FC foi determinada segundo o método Warner-Bratzler Square ShearForce

(WBsSF), como descrito por Silva *et al.* (2015), após avaliação da PPC. De cada amostra cozida foram retiradas seis amostras retangulares (1,0 x 1,0 x 2,5 cm), no sentido das fibras musculares, que foram cisalhadas transversalmente, a uma velocidade de 3,33 mm/s, por uma lâmina tipo Warner-Bratzler acoplada a um texturômetro TA.XT plus (Stable Micro Systems Ltd., Godalming, Surrey, UK). A força máxima (kgf) necessária para cisalhar por completo cada amostra foi mensurada e a média das leituras de cada amostra utilizada na análise estatística.

Os dados de desempenho, informações fisiológicas e metabólicas e de qualidade de carcaça e da carne foram submetidos à análise de variância seguindo um modelo inteiramente casualizado, fazendo uso PROC MIXED do SAS On Demand (Sas Institute Inc., Cary, CA, EUA).

Já para a avaliação dos dados de comportamento, as observações diárias foram avaliadas como medidas repetidas no tempo em um mesmo animal, utilizando-se o mesmo programa estatístico citado anteriormente.

A comparação entre as médias de tratamentos foi realizada, quando significativa, por intermédio da opção PDIFF. O nível de significância de 5% foi adotado em todas as análises estatísticas, aplicando o teste T, e tendência foi determinada quando $0,10 > P > 0,05$.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O consumo médio relativo ao peso corporal (PC) dos animais na fase de adaptação foi de 2,51; 2,61 e 2,66% do PC para os animais nos tratamentos Monensina, Phix-up e Phix-up + Monensina, respectivamente. Já durante a fase de avaliação do desempenho, o consumo foi de 2,76; 2,68 e 2,72% do PC para os animais que receberam Monensina, Óxido de magnésio e Óxido de magnésio e + Monensina, respectivamente (Tabela 2). Assim, o consumo na fase de adaptação foi muito próximo ao consumo da fase de avaliação de desempenho. O consumo dentro do esperado na fase de adaptação evidencia o bom processo adaptativo dos animais à dieta de confinamento.

Apesar de, na média de toda a fase de avaliação de desempenho, os animais do tratamento com Monensina apresentarem um consumo de matéria seca 0,5 kg/d superior ao observado nos animais que recebiam apenas Phix-up ($P < 0,05$), observou-se que essa diferença foi ainda mais acentuada na segunda metade da fase (a partir da 9ª semana), atingindo quase 1,1 kg/d embora esses dados não estejam

apresentados em tabela ou figura.

Isto pode ter sido causado por uma redução progressiva do pH ruminal dos animais que recebiam o Phix-up como aditivo isoladamente, o que levaria (à medida que os animais consumiam a mesma dieta dia após dia) a uma acidose subaguda, sem sintomas aparentes, mas capaz de provocar redução no consumo de MS pelos animais. A presença de Monensina na dieta parece ter minimizado apenas parcialmente os impactos no consumo de MS causados pela acidose.

Durante a fase de adaptação, não foi observado ($P>0,05$) efeito de tratamento sobre o tempo despendido comendo. Contudo, na fase de avaliação de desempenho, verificou-se que a combinação de Phix-up com Monensina aumentou significativamente o tempo de alimentação dos animais ($P=0,028$; Tabela 3). No entanto, quando considerados isoladamente, os aditivos Monensina ou Phix-up não promoveram diferenças significativas entre si no consumo médio de matéria seca ($P>0,05$). Esses resultados corroboram os de Canuto (2022), que também não observou efeito significativo sobre o consumo de alimentos ao avaliar o fornecimento isolado de Monensina, levedura ou óleo essencial. Naquele estudo, após a fase de adaptação, o tempo médio de consumo de MS foi de cerca de 130 min/dia no período diurno, valor inferior ao observado nesta pesquisa durante a fase de adaptação (154 min/dia).

O maior tempo de consumo realizado pelos animais que recebiam Monensina + Phix-up no concentrado pode ser associado a algum efeito de interação entre os aditivos. Nascimento *et al.* (2024) ao avaliar a oferta de um blend de óxido de magnésio associado ou não com a Monensina, na dieta de bovinos de corte alimentados com dieta de alta densidade energética, não observaram efeito associativo. Contudo, estes autores descrevem que devido aos diferentes mecanismos de ação que cada aditivo realiza, um efeito associativo pode ocorrer devido à dosagem, à composição dietética e à taxa de passagem, afetando o tempo despendido com ingestão de alimento.

De fato, quando se observa o tempo médio de consumo por unidade ingerida (10,1; 10,4 e 11,7 min/kg MS ou 37,7; 38,1 e 43,0 min/% PC, para os tratamentos Monensina, Phix-up ou Phix-up + Monensina, respectivamente), observa-se uma maior diferença entre a velocidade de consumo dos animais que recebiam a combinação de Monensina + Phix-up.

Isto pode ser importante do ponto de vista fisiológico, uma vez que um

consumo mais lento e mais bem distribuído durante o dia pode promover menores aportes pontuais de grandes quantidades de carboidratos não fibrosos no rúmen, reduzindo o risco de acidose (OLIVEIRA *et al.*, 2016). O mecanismo que leva a este retardamento do consumo pela combinação destes aditivos ainda precisa ser melhor elucidado.

É interessante se observar que o tempo de consumo do alimento reduziu-se, em média, 30% da fase de adaptação para a fase de desempenho, com redução maior (34%) dos animais no tratamento Monensina, e menor (27%) nos animais no tratamento Monensina + Phix-up. Apesar da maior parte desta redução ser devido ao menor teor de fibra da dieta final do experimento (com 93% de concentrado), o que facilita um consumo mais rápido, deve-se considerar também que os animais deveriam consumir a dieta em menor tempo à medida que se adaptam à mesma, sem que esta lhes cause desconforto ruminal. Neste aspecto, esta característica (tempo de consumo da dieta) mostra-se um parâmetro fácil de ser medido e importante a ser avaliado dentro de confinamentos com alto teor de concentrado, como indicador das variações na adaptação dos animais a estas dietas.

Com relação ao tempo total despendido com ruminação, observou-se que os animais que receberam a combinação de aditivos, apresentaram maior tempo despendido com a atividade de ruminação, o que pode estar ligado ao maior tempo ingerindo alimento, bem como a padrões diferentes de seleção performados por este grupo de animais. Animais que receberam isoladamente a Monensina apresentaram maior consumo de MS (10,335 kg) durante a fase de avaliação de desempenho, diferindo dos demais tratamentos, que foram semelhantes entre si ($P>0,05$). Assim, surge uma questão sobre a seletividade dos animais ao consumirem a dieta. Maior tempo de ruminação com um consumo de MS semelhante, parece indicar um maior consumo de fibra, o que também explicaria um maior tempo gasto na ingestão da dieta (KAUFMAN *et al.*, 2018). Por outro lado, uma possível maior ingestão de fibra, com consequente maior tempo de ruminação poderia levar a um melhor tamponamento ruminal, pela maior produção de saliva (COUNOTTE *et al.*, 1978).

Já o menor tempo ruminando dos animais que receberam Phix-up isoladamente, com baixos consumo de MS e tempo de consumo parecem estar interligados. Uma vez que com menor tempo despendido com consumo de MS pode haver menor consumo de MS, levando a uma menor ingestão de fibra, reduzindo também o tempo de ruminação (McALLISTER *et al.*, 2024).

Os animais que receberam o Phix-up isoladamente apresentaram aumento no tempo total de ócio, reduzindo a exigência de energia de manutenção, permitindo um maior direcionamento da energia dietética para produção. Há que se considerar, no entanto, que, apesar de um maior tempo em ócio ser o principal fator a reduzir o gasto energético com manutenção dos animais (WILSON *et al.*, 2019), direcionando maior proporção da energia e nutrientes ingeridos para a produção, o consumo de MS é o principal fator relacionado ao desempenho dos animais em confinamento (SOUZA *et al.*, 2007). Assim, o aumento do tempo em ócio, às custas de um menor consumo de MS pode trazer efeitos contrários ao esperado, reduzindo também o desempenho dos animais.

De modo geral, em termos comportamentais, além do já discutido, na fase de adaptação o único efeito observado dos aditivos foi o maior tempo andando dos animais que recebiam Phix-up, com ou sem Monensina ($P < 0,05$; Tabela 03). Na fase de desempenho, este padrão se inverteu, com o uso de Phix-up reduzindo ($P < 0,05$) o tempo diurno andando dos animais. A presença de Monensina na dieta (com ou sem Phix-up) também aumentou ($P < 0,05$) o tempo em pé ruminando, e reduziu ($P < 0,05$) o tempo deitado em ócio.

O teor reduzido de glicose nos animais que recebiam Phix-up + Monensina (Tabela 4) reforça a hipótese de maior seleção de forragem na dieta discutida anteriormente. Uma maior ingestão de fibra aumentaria a relação acetato:propionato no rúmen e, uma vez que o propionato é um dos principais precursores gliconeogênicos em ruminantes, esta maior ingestão de fibra levaria a um menor nível plasmático de glicose (BESTEN *et al.*, 2013).

Há que se destacar ainda uma redução numérica, embora não significativa ($P > 0,05$), de quase 20% nos níveis de lactato plasmático nos animais que recebiam Phix-up + Monensina, em relação aos demais. A ausência de significância estatística pode estar relacionada à alta variabilidade individual observada neste parâmetro. Ainda que este resultado deva ser interpretado com cautela, ele pode sugerir uma modulação da fermentação ruminal, potencialmente mais acética, o que poderia estar associado à menor produção de ácido láctico.

O lactato, especialmente o D-Lactato, está diretamente envolvido nos casos de acidose metabólica secundária à acidose ruminal aguda (DUNLOP, 1972). Observou-se um aumento expressivo (acima de 50%, em média) na concentração plasmática de D-Lactato da fase de adaptação para a fase de avaliação de

desempenho nos animais que recebiam Monensina ou Phix-up isoladamente. No entanto, mesmo com esse aumento, os níveis médios de D-Lactato permaneceram abaixo de 5 mmol/L, valor que, segundo Diaz (2000), não caracteriza um quadro de acidose metabólica, á nos animais que receberam a combinação de Phix-up + Monensina, os níveis de D-Lactato se mantiveram semelhantes entre as duas fases experimentais. Esse resultado pode indicar uma fermentação ruminal mais estável ao longo do tempo. Uma possível explicação seria um consumo proporcionalmente maior de frações fibrosas da dieta por esses animais durante a fase de desempenho, comportamento que pode ter sido favorecido pelos efeitos dos aditivos na modulação da microbiota ruminal. No entanto, essa hipótese não foi diretamente avaliada neste estudo e requer investigação específica.

O maior pH fecal dos animais que recebiam Phix-up + Monensina pode ser associado a uma menor produção de ácido láctico no rúmen durante o processo fermentativo no trato gastrointestinal (TGI), já que ácido láctico é o principal responsável pela redução de pH do TGI de ruminantes recebendo dietas ricas em amido (BRIGGS, HOGAN, REID, 1957). O comportamento alimentar e o perfil metabólico observados nos animais que receberam a combinação de Phix-up + Monensina, como maior tempo de ingestão, possivelmente relacionado à maior seleção da dieta; aumento no tempo de ruminação, indicativo de maior consumo de fibra e maior tamponamento ruminal via saliva; redução nos níveis plasmáticos de glicose; uma redução numérica nos níveis de D-Lactato plasmático; e aumento no pH fecal, sugerem um ambiente ruminal potencialmente mais estável, com menor acúmulo de lactato. Esses achados, embora indiretos, podem estar associados a um perfil fermentativo menos propenso à produção de ácido láctico e, possivelmente, mais favorável à formação de ácidos graxos voláteis do tipo acético. No entanto, essa hipótese precisaria ser confirmada por análises específicas do perfil de fermentação ruminal.

Por outro lado, considerando que a seleção da dieta por todos, ou pela maioria dos animais de um mesmo grupo, ao longo de um período prolongado, é algo pouco provável em sistemas de confinamento com fornecimento de dieta total (com volumoso e concentrado uniformemente misturados), outras hipóteses também devem ser consideradas para explicar os resultados observados. No caso dos animais que receberam a combinação de Phix-up + Monensina, é possível que, ao invés de um comportamento seletivo por parte dos animais (não avaliado neste

estudo), a elevação do pH ao longo do trato gastrointestinal promovida pelo Phix-up tenha potencializado os efeitos moduladores da Monensina sobre a microbiota ruminal. Esse cenário poderia favorecer um perfil fermentativo mais acético, com consequente redução da produção de glicose e ácido láctico no rúmen.

O escore de fezes é um modo prático e de baixo custo para se avaliar a ocorrência de eventos que causem algum tipo de distúrbio nutricional nos animais (em especial eventos que levem a uma baixa no pH do trato gastrointestinal como um todo) (DIAZ *et al.*, 2000). O escore de fezes é um método prático e de baixo custo amplamente utilizado para avaliar distúrbios nutricionais em animais, especialmente aqueles que podem levar a uma redução no pH do trato gastrointestinal (DIAZ *et al.*, 2000). Embora seja um indicador visual útil, sua eficácia pode ser limitada pela correlação imprecisa com o distúrbio a ser predito e pela subjetividade do avaliador, o que pode afetar a precisão da avaliação. No presente estudo, a análise do escore de fezes não conseguiu distinguir diferenças no pH fecal dos animais durante a fase de avaliação de desempenho. Este resultado não invalida o método, mas sugere que outros indicadores complementares podem ser necessários para uma avaliação mais precisa do pH fecal em determinadas condições.

Os animais que receberam a combinação dos aditivos (Phix-up + Monensina) durante a adaptação apresentaram menor ganho de peso médio diário (GMD), o que não foi observado na fase de avaliação de desempenho (Tabela 5). O GMD superior dos dois lotes que receberam Monensina (com ou sem Phix-up) durante a fase de desempenho foi coerente com o maior consumo diário de MS destes animais. Como consequência aos efeitos de consumo e GMD, observou-se que os animais que receberam Monensina isoladamente apresentaram maior PC ao final da fase de adaptação, que por sua vez foi semelhante aos animais que receberam a Monensina combinada com Phix-up. Para Russel & Roussel (2007) a Monensina possui capacidade de alterar o metabolismo energético, alterando a concentração de metabolitos energéticos no sangue, o que potencializa o ganho de peso em ruminantes.

A conversão alimentar média durante a fase de avaliação de desempenho foi de 7,90; 9,33 e 8,05 kg de MS/kg de GMD para os animais que recebiam Monensina, Phix-up e Phix-up + Monensina, respectivamente. É interessante então notar que, além do maior consumo de MS observado nos tratamentos com Monensina, o maior desempenho destes animais foi também proveniente de uma redução em torno de

15% na conversão alimentar dos animais nestes tratamentos, em relação ao tratamento Phix-up isolados.

As características de carcaça não foram afetadas pelos tratamentos ($P>0,05$; Tabela 6). A EGS apresentou valor médio de 7,24 mm, acima das exigências de 3 a 6 mm dos frigoríficos comerciais como limite necessário para garantir uma proteção adequada da carcaça contra a ação do frio (GOMES *et al.*, 2021). É interessante destacar que o tratamento que combinou a Monensina com o pHix-up apresentou menor valor numérico para essa variável, porém ainda maior que os 6 mm requeridos comercialmente.

Valores inferiores a 3 mm influenciam negativamente na qualidade da carne, uma vez que são sinais de menor rendimento dos cortes comerciais, além de afetar características qualitativas como cor (tornando-a mais escura, pela queimadura do frio), maciez (mais dura pelo enrijecimento muscular que ocorre no frio da câmara fria) e capacidade de perda de água (mais acentuada) (JANUŠKEVIČIENĖ *et al.*, 2012). No entanto, valores de EGS muito acima também penalizam o produtor, por possíveis perdas causadas pela necessidade de um excesso de limpeza durante a toailete das carcaças. O nível aqui observado evidencia uma completa formação da carcaça e desenvolvimento corporal de todos os animais nas condições experimentais adotadas.

O índice L^* de coloração da carne não foi alterado ($P>0,05$) em função do aditivo ofertado. Aumento nos valores de L^* são comuns ao se avaliar carnes embaladas a vácuo ao longo do tempo, devido à redução da perda de água. Segundo Andrade *et al.* (2010), a luminosidade está associada à capacidade de retenção de água, ou seja, pela menor perda de líquido no meio associada à integridade das membranas. Já em relação ao índice vermelho (a^*), a padronização dos valores também indica uma estabilidade dos tratamentos experimentais sobre essa variável de cor (AROEIRA *et al.*, 2017). Um excesso deste parâmetro poderia estar associado ao maior acúmulo de metamioglobina, podendo reduzir a atratividade do produto.

Os valores de b^* , por sua vez, tendem a se alterar em carnes com períodos de envelhecimento diferentes, o que não foi avaliado neste estudo. Um aumento na intensidade do amarelo poderia ser atribuído ao fato dos pigmentos serem sensíveis à oxidação (MANCINI & HUNT, 2005), resultando em uma carne de pior qualidade.

Um aumento de valores de PPC estaria relacionado com o aumento da degradação proteolítica, promovida durante o processo de maturação da carne. Este

fato contribui para o transbordamento de água livre do músculo devido à ruptura da estrutura do tecido miofibrilar (LEYGONIE, BRITZ, HOFFMAN, 2012), o que também não foi observado neste estudo, sendo a integridade das fibras mantidas em todos os tratamentos.

Embora tenha sido diagnosticado poucos problemas ruminais durante o experimento (registrou-se apenas um caso de timpanismo em um animal que recebia o Phix-up isoladamente, na segunda semana da fase de avaliação do desempenho), o consumo, comportamento, padrão metabólico e desempenho dos animais no tratamento Phix-up isolado apontam para ocorrência de uma acidose subaguda, onde sinais clínicos não são evidentes, mas a redução no consumo e desempenho podem ser observados.

De modo geral, a adição do Phix-up às dietas que também continham Monensina, levou a uma melhora no ambiente digestivo e metabólico dos animais (em relação às dietas com Monensina isoladamente), com uma redução discreta do consumo relativo (em torno de 0,04% do PC ou 1,4% da MS consumidos), acompanhada por um aumento do tempo de alimentação e ruminação, com consequente redução do tempo em ócio, um aumento do pH fecal, uma redução da glicose sanguínea, e uma redução numérica em torno de 20% dos níveis sanguíneos de D-lactato. Tudo isto aponta para uma fermentação mais acética da dieta no TGI, que não chegou a interferir sobre o desempenho observado dos animais. O mecanismo de ação desta melhora deve ser melhor investigado em futuras pesquisas.

4. CONCLUSÃO

O Phix-Up, seja isoladamente ou combinado com Monensina, promove um consumo de matéria seca inferior ao observado nos animais que receberam Monensina isoladamente. No entanto, quando combinado com Monensina, os animais apresentaram ganho de peso semelhante ao obtido com a Monensina isolada, sem evidências claras de benefícios adicionais no desempenho.

O comportamento de bovinos de corte recebendo dietas com alto teor concentrado e diferentes aditivos moduladores da fermentação ruminal é alterado de acordo com o aditivo adotado, refletindo mudanças no tempo de alimentação, ruminação e padrões metabólicos.

A combinação de Phix-Up com Monensina demonstrou efeitos no perfil

ruminal e metabólico, como aumento do tempo de ruminação e estabilização do pH fecal, sugerindo uma modulação mais acética da fermentação ruminal, embora não tenha influenciado de forma significativa o desempenho em termos de ganho de peso e consumo de matéria seca.

5. AGRADECIMENTOS

O presente trabalho foi realizado com o apoio da Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul- UEMS- Unidade de Aquidauana e o Programa Institucional de Bolsas aos alunos de Pós-Graduação (PIBAP).

Os autores ainda agradecem à empresa Timac Agro e a Agropecuária CEDRON, pelo apoio na realização deste estudo.

6. REFERÊNCIAS

- ABULARACH, M. L. S.; ROCHA, C. E.; FELÍCIO, P. E. Características de qualidade do contrafilé (*m. L. dorsi*) de touros jovens da raça Nelore. **Ciência Tecnologia de Alimentos**, v. 18, p. 205-210, 1998.
- AMSA (American Meat Science Association). **Research Guidelines for Cookery, Sensory Evaluation, and Instrumental Tenderness Measurements of Meat**. Chicago: American Meat Science Association, 1995.
- ANDRADE, P. L.; BRESSAN, M. C.; GAMA, L. T.; GONÇALVES, T. M.; LADEIRA, M. M.; RAMOS, E. M. Qualidade da carne maturada de bovinos Red Norte e Nelore. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 39(8), p. 1791–1800, 2010.
- AROEIRA, C. N.; TORRES FILHO, A. R.; FONTES, P. R.; RAMOS, A. D. L. S.; GOMIDE, M. L. A.; LADEIRA, M. M.; RAMOS, E. M. Effect of freezing prior to aging on myoglobin redox forms and CIE color of beef from Nellore and Aberdeen Angus cattle. **Meat Science**, v. 125, p. 16-21. 2017.
- BRIGGS, P. K.; HOGAN, J. P.; REID, R. L. The effect of volatile fatty acids, lactic acid and ammonia on rumen pH in sheep. **Australian Journal of Agricultural Research**, v. 8, p. 674–690, 1957.
- BROWN, M. S.; KREHBIEL, C. R.; GALYEAN, M. L.; REMMENG, M. D.; PETERS, J. P.; HIBBARD, B.; ROBINSON, J.; MOSELEY, W. M. Evaluation of models of acute and subacute acidosis on dry matter intake, ruminal fermentation, blood chemistry, and endocrine profiles of beef steers. **Journal of Animal Science**, v. 78, p. 3155–3168, 2000.

- BURRIN, D.G; BRITTON, R. A. Response to monensin in cattle during subcute acidosis. **Journal of Animal Science**, v. 63, p. 888-893, 1988.
- CAMPOS, F. P.; NUSSIO, C. M. B.; NUSSIO, L. G. **Métodos de análise de alimentos**. Piracicaba: FEALQ. 2004.
- CANUTO, N. G. Monensina, Leveduras e Óleos Essenciais como Aditivos na dieta de novilhos F1 Angus X Nelore confinados. 2022. 52p. **Dissertação** (Programa de Pós-Graduação em Zootecnia) – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul, Aquidauana -MS. 2022.
- COUNOTTE, G. H. M. ; PRINS, R. A. Regulation of rumen lactate metabolism and the role of lactic acid in nutritional disorders of ruminants. **Veterinary Science Communications**, v. 2(1), p. 277–303, 1978.
- DETMANN, E.; SOUZA, M. A.; VALADARES FILHO, S. C.; QUEIROZ, A. C.; BERCHIELLI, T. T.; SALIBA, E. O. S.; CABRAL, L. S.; PINA, D. S.; LADEIRA, M. M.; AZEVEDO, J. A. G. **Métodos para análise de alimentos** - INCT - Ciência Animal. Visconde do Rio Branco: Suprema, 2012. 214p.
- DIAZ,G.; FELIX, H.; Uso do perfil metabólico no diagnóstico de doenças metabólico-nutricionais em ruminantes. In: **Perfil metabólico em ruminantes: seu uso em nutrição e doenças nutricionais**. p. 89-106, 2000.
- DUNLOP, R. H. Pathogenesis of ruminant lactic acidosis. **Advances in Veterinary Science and Comparative Medicine**, v.16, p.259-302, 1972.
- GOMES, H. F. B. ; MARQUES, R. O.; LOURENÇON, R. V.; CHÁVARI, A. C. T.; BENTO, F. C.; LANNA, D. P. D.; MEIRELLES, P. R. L.; GONÇALVES, H. C. Intake and ruminal parameters of goats fed diets supplemented with vegetable oils. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 50, n. 1, 2021.
- HORN, G. W.; GORDON, J. L.; PRIGGE, E. C.; OWENS, F.N. Dietary buffers and ruminal and blood parameters of subclinical lactic acidosis in steers. **Journal of Animal Science**, v. 48, p. 683-691, 1979.
- LEYGONIE, C.; BRITZ, T. J.; HOFFMAN, L. C. Impact of freezing and thawing on the quality of meat: Review. **Meat Science**, v. 91, p. 93-98, 2012.
- LITHERLAND, N. **Oklahoma Dairy Report - A dairy nutrition newsletter**. Oklahoma State University Issue 2, vol. 1, 2007.
- MANCINI, R. A.; HUNT, M. C. Current research in meat color. **Meat Science**, v. 71, p. 100-121, 2005.

NAGARAJA, T.G.; CHENGAPPA, M.M. Liver abscesses in feedlot cattle: A review. **Journal of Animal Science**, v. 76, p. 287-298, 1998.

NATIONAL ACADEMIES OF SCIENCES, ENGINEERING, AND MEDICINE (NASEM). **Nutrient Requirements of Beef Cattle: Eighth Revised Edition**. Washington, DC: The National Academies Press. 2016. <https://doi.org/10.17226/19014>

OLIVEIRA, V. S.; NETO, J. A. S.; VALENÇA, R. L.; SILVA, B. C. D.; SANTOS, A. C. P. Review: Carboidratos fibrosos e não fibrosos na dieta de ruminantes e seus efeitos sobre a microbiota ruminal. **Veterinária Notícias**, v. 22, p. 1-18. 2016.

RIBEIRO, P.H., GOBETTI, S. T. C. Alimentos tamponantes para bovinos. **Ciência Veterinária UniFil**, v. 1, p. 20-32, 2018

SAS Institute Inc. 2023. SAS/STAT® 9.4 User's Guide. Cary, NC: SAS Institute Inc.

SILVA, D.; GERRARD, D. E.; RAMOS, E. M.; FELÍCIO, P. E.; RESENDE, F. D.; LOPES, P. S.; SILVA, F. A. Comparison of Warner–Bratzler shear force values between round and square cross-section cores from cooked beef and pork *Longissimus muscle*. **Meat Science**, v. 103, p. 1–6, 2015. DOI: 10.1016/j.meatsci.2014.12.009

SILVA, J. F. C. Mecanismos reguladores de consumo. In: BERCHIELLI, T.T.; PIRES, A.V.; OLIVEIRA, S.G. **Nutrição de Ruminantes**. 1 ed, Jaboticabal : FAPESP, p. 57-77, 2006.

SILVA, T. I. S.; SOUZA, J. M.; ACEDO, T. S.; CARVALHO, V. V.; PERDIGÃO, A.; SILVA, L. A. F.; SILVESTRE, A. M.; NIEHUES, M. B.; SCHLEIFER, W. F.; CASALI, D. M.; MARTINS, C. L.; ARRIGONI, M. D. B.; MILLEN, D. D. Feedlot performance, rumen and cecum morphometrics of Nellore cattle fed increasing levels of diet starch containing a blend of essential oils and amylase or monensin. **Frontiers in Veterinary Science**, v. 10, p. 1090097, 2023. doi:10.3389/fvets.2023.1090097

SOUZA, S. R. M. B. O.; ÍTAVO, L. C. V.; RIMOLI, J.; ÍTAVO, C. C. B. F.; DIAS, A. M. Comportamento ingestivo diurno de bovinos em confinamento e em pastagens. **Archivos de Zootecnia**, v. 56(213), p. 67–70, 2007.

Tabela 1. Composição das dietas experimentais

Componentes, %MN			
	Volumoso	Concentrado	
Inclusão na Dieta	7,00	93,00	
(%MS)			
Silagem de Milheto	100	0	
Milho		59,0	
Casca Soja		28,0	
Farelo Soja		9,00	
Ureia		1,00	
Núcleo		3,00	
Composição, %MS			
MS, %MN	22,7±0,62	78,6±12,5	
MM	10,6±2,25	8,13±1,21	
PB	13,2±0,32	16,3±2,18	
EE	2,65±0,63	1,86±0,56	
FDNcp	70,2±1,22	33,9±4,83	
CNF	1,99±1,34	39,8±3,95	
NDT	46,0±3,01	75,8±1,18	
Dieta Completa, %MS			
	Monensina	Phix-up	Phix-up + Monensina
MS, %MN	71,14±1,98	74,3±0,67	69,0±0,69
MM	8,87±0,77	9,58±1,62	9,04±0,71
PB	14,1±0,01	14,6±1,19	14,4±1,50
EE	1,84±0,33	1,91±0,28	2,36±0,04
FDNcp	38,0±3,31	39,0±6,85	38,0±1,91
CNF	34,0±4,32	34,9±7,53	35,2±2,79
NDT	68,5±0,76	69,8±2,69	70,2±0,49

Tabela 2. Consumo de Matéria Seca (kg/dia) de novilhas cruzadas confinadas com dietas de alto grão recebendo diferentes aditivos

	Tratamentos				
	Monensina	pHix-up	pHix-up+ Monensina	EPM	Valor-P
	<u>Adaptação</u>				
Consumo	8,699	9,033	8,446	0,253	0,295
	<u>Desempenho</u>				
Consumo	10,335 ^a	9,800 ^b	9,979 ^b	0,112	0,003

Tabela 3. Comportamentos diurnos de novilhas cruzadas confinadas com dietas de alto grão recebendo diferentes aditivos

Comportamentos, min/d	Tratamentos				Valor- P
	Monensina	pHix- up	pHix-up+ Monensina	EPM	
<u>Adaptação</u>					
Andando	8,75 ^b	14,1 ^a	9,88 ^{a,b}	5,10	0,042
Bebendo	10,4	10,1	8,25	1,55	0,556
Comendo	157	144	160	30,0	0,133
Deitado Ócio	130	140	129	30,2	0,889
Deitado Ruminando	51,1	58,1	51,5	20,0	0,619
Em Pé Ócio	331	333	332	33,1	0,990
Em Pé Ruminando	36,9	26,6	34,0	10,6	0,074
Tempo Ruminando	88,0	84,9	85,5	24,7	0,941
Total					
Tempo Ócio Total	470	486	471	50,6	0,351
<u>Desempenho</u>					
Andando	4,31 ^a	1,94 ^b	3,57 ^a	1,22	0,011
Bebendo	7,00	6,12	8,82	2,01	0,371
Comendo	104 ^b	102 ^b	117 ^a	11,0	0,028
Deitado Ócio	247 ^b	285 ^a	223 ^b	24,8	0,004
Deitado Ruminando	11,3 ^b	5,94 ^b	23,2 ^a	3,24	<0,001
Em Pé Ócio	336	320	335	22,8	0,457
Em Pé Ruminando	15,5 ^a	4,75 ^b	15,6 ^a	4,47	0,002
Tempo Ruminando	26,8 ^b	10,7 ^c	39,0 ^a	6,82	<0,001
Total					
Tempo Ócio Total	587 ^b	607 ^a	561 ^c	13,0	<0,001

Médias na mesma linha seguidas por letras diferentes diferem entre si pelo teste t ao nível de 5%.

Tabela 4. Metabólitos sanguíneos e pH e escore fecais de novilhas cruzadas

confinadas com dietas de alto grão recebendo diferentes aditivos

Tratamentos					
Variável	Monensina	Phix-up	Pix-up+ Monensina	EPM	Valor-P
<u>Adaptação</u>					
Glicose, mg/dL	95,2	95,5	96,1	2,06	0,956
D-Lactato, mmol/L	2,95	2,66	4,00	0,546	0,201
pH fecal	7,01	6,84	7,07	0,08	0,103
Escore Fezes	2,33	2,00	2,33	0,14	0,216
<u>Desempenho</u>					
Glicose, mg/dL	91,9 ^a	89,1 ^{a,b}	83,7 ^b	2,08	0,027
D-Lactato, mmol/L	4,96	4,66	4,06	0,457	0,385
pH fecal	6,79 ^b	6,74 ^b	7,37 ^a	0,08	<0,001
Escore Fezes	2,85	2,45	2,65	0,11	0,052

Tabela 5. Desempenho novilhas cruzadas confinadas com dietas de alto grão recebendo diferentes aditivos

Tratamentos					
Variável	Monensina	pHix-up	pHix-up+ Monensina	EPM	Valor-P
PC Inicial, kg	312	313	312	4,70	0,975
GMD Adap., kg/d	0,751 ^a	0,760 ^a	0,512 ^b	0,08	0,046
PC Fim Adap., kg	328 ^a	328 ^a	323 ^b	1,64	0,046
GMD Desemp., kg/d	1,308 ^a	1,050 ^b	1,239 ^a	0,422	0,002
PC Fim Desemp., kg	421 ^a	404 ^b	412 ^{a,b}	3,54	0,003
GMD, Kg	1,178 ^a	0,985 ^b	1,074 ^{a,b}	0,038	0,003

Tabela 6. Características de carcaça e da carne de novilhas cruzadas confinadas com

dietas de alto grão recebendo diferentes aditivos

Tratamentos					
Variável	Monensina	pHix-up	pHix-up+ Monensina	EPM	Valor-P
<u>Características da Carcaça</u>					
Rendimento, %	58,4	58,5	58,4	0,41	0,973
pH	5,89	6,00	5,95	0,06	0,503
Temperatura, °C	16,5	15,0	16,1	0,79	0,402
AOL, cm2	38,9	35,4	34,7	1,48	0,092
AOL, cm²/100kg	8,81	8,30	7,95	0,336	0,203
EGS, mm	7,65	7,40	6,68	0,71	0,590
<u>Características da Carne</u>					
pH	5,66	5,72	5,67	0,02	0,172
PPC, %	24,7	21,4	27,1	2,62	0,222
L*	36,8	36,2	37,0	0,66	0,701
A*	13,5	13,8	13,6	0,70	0,971
B*	13,0	13,2	12,8	0,38	0,694
Força Cisalham., kgf	3.834	3.193	3.866	273	0,121

CAPÍTULO 3 - CONSIDERAÇÕES FINAIS

A utilização combinada de *Phix-up*® com monensina proporcionou efeitos positivos sobre o comportamento ingestivo dos animais, especialmente por promover maior tempo de ingestão e ruminação, o que sugere uma melhor distribuição do consumo ao longo do dia e, conseqüentemente, uma menor sobrecarga fermentativa no rúmen. Este padrão comportamental pode contribuir para a redução da incidência de acidose subaguda, um dos principais desafios em dietas com alta densidade energética.

No que diz respeito ao consumo de matéria seca, os animais que receberam apenas monensina apresentaram maiores níveis de ingestão em comparação aos que receberam *Phix-up*® isoladamente, principalmente na fase final do experimento. No entanto, o desempenho produtivo (ganho de peso) não diferiu significativamente entre os tratamentos, indicando que a associação de aditivos não compromete a eficiência de produção.

A avaliação da qualidade da carcaça e da carne não revelou prejuízos significativos entre os tratamentos, com destaque para a estabilidade dos parâmetros como pH final, área de olho de lombo e espessura de gordura subcutânea. Isso indica que o uso de *Phix-up*®, mesmo isoladamente, não compromete a qualidade do produto final, mantendo-se como uma alternativa viável ao uso exclusivo de ionóforos.

De forma geral, a combinação de *Phix-up*® com monensina se mostrou uma estratégia promissora para dietas de alto grão, com potencial para melhorar a adaptação ruminal e o comportamento ingestivo dos animais, sem comprometer o desempenho produtivo ou a qualidade da carne. Os resultados evidenciam que o uso estratégico de aditivos tamponantes pode contribuir para a sustentabilidade e segurança dos sistemas intensivos de produção de carne bovina.

Entretanto, é importante destacar que fatores como a composição da dieta, a categoria animal e o ambiente de produção podem influenciar os efeitos dos aditivos. Assim, novos estudos são recomendados para aprofundar o conhecimento sobre os mecanismos de interação entre *Phix-up*® e monensina, e validar os resultados em diferentes condições zootécnicas e sistemas produtivos.